

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

**EP 0 762 081 A1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

12.03.1997 Patentblatt 1997/11

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: G01D 5/00, G01D 5/02

(21) Anmeldenummer: 96108240.1

(22) Anmeldetag: 23.05.1996

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AT CH DE FR GB IT LI

(71) Anmelder: Dr. Johannes Heidenhain GmbH  
D-83292 Traunreut (DE)

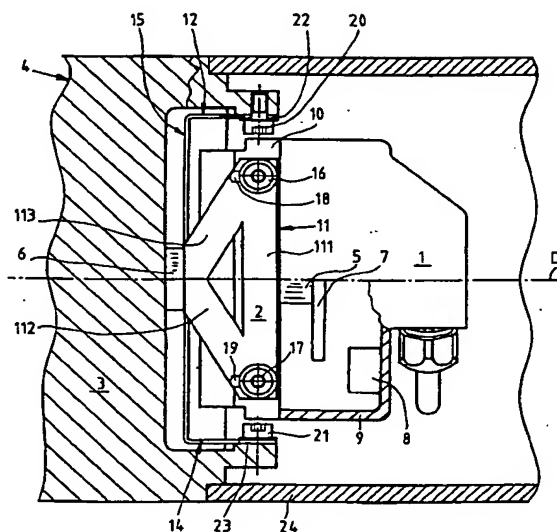
(30) Priorität: 05.08.1995 DE 19534063

(72) Erfinder: Feichtinger, Kurt  
83349 Palling (DE)

### (54) Winkelmesseinrichtung

(57) Eine Winkelmesseinrichtung (1) ist über eine einstückige Kupplung (2) mit einer Antriebseinrichtung (4) verbunden. Die Kupplung (2) verhindert eine Verdrehung zwischen dem stationären Teil (3) der Antriebseinrichtung (4) und der Winkelmesseinrichtung (1), läßt aber axiale und radiale Ausgleichsbewegungen zwangskräftefrei zu. Die Kupplung (2) weist hierzu Blattfederarme (111 bis 113, 121 bis 123, 131 bis 133, 141 bis 143, 151 bis 154) auf, die fachwerkartig ausgebildet und angeordnet sind, um die einwirkenden Kräfte sicher aufnehmen zu können.

FIG. 1



EP 0 762 081 A1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Winkelmeßeinrichtung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Eine derartige Winkelmeßeinrichtung ist beispielsweise aus der DE 89 15 109 U1 und der DE-PS 32 06 875 bekannt.

Der Nachteil dieser Winkelmeßeinrichtungen besteht darin, daß sie zwar eine Verdrehung der miteinander gekoppelten Teile verhindern, aber ein radialer und axialer Ausgleich nur mit relativ hohen Kräften erreicht wird. Diese Kräfte wirken auf die Lager der Winkelmeßeinrichtung und Antriebseinrichtung und können die Lebensdauer verringern.

Weitere Winkelmeßeinrichtungen mit einer Kupplung sind aus der JP 62-156822 U, JP 62-148916 U, JP 62-155313 U, JP 6-2138 U und der JP 2-85711 A bekannt. Die dort gezeigten Kupplungen bestehen ausschließlich aus Blattfederarmen, die in einer einzigen Ebene angeordnet sind. Eine verdrehsteife und kräftefreie Ankopplung mit gleichzeitiger Möglichkeit der Auslenkung in radialen und axialen Richtungen ist nicht gewährleistet.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Winkelmeßeinrichtung zu schaffen, die kompakt aufgebaut ist, eine einfache und verschleißfeste Ankopplung an ein zu messendes Objekt gewährleistet und eine hohe Meßgenauigkeit erreicht.

Diese Aufgabe wird durch eine Winkelmeßeinrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, daß die Kupplung der Winkelmeßeinrichtung wenig Raum beansprucht, eine reibungsfreie und hochgenau Winkelübertragung zwischen den zwei zu verbindenden Teilen zuläßt und mit der trotzdem Verlagerungen der miteinander zu kuppelnden Teile sowohl in radialer als auch in axialer Richtung weitgehend kräftefrei ausgeglichen werden.

Vorteilhafte Ausbildungen der Erfindung entnimmt man den abhängigen Ansprüchen.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt.

Es zeigt

- Figur 1 eine Ansicht einer Winkelmeßeinrichtung;
- Figur 2 eine perspektivische Ansicht der Kupplung der Winkelmeßeinrichtung gemäß Figur 1;
- Figur 3 die Kupplung gemäß Figur 2 mit einem Kraftdiagramm;
- Figur 4 eine Variante einer Kupplung und
- Figur 5 eine weitere Variante einer Kupplung.

Eine in Figur 1 gezeigte Winkelmeßeinrichtung 1 ist über eine Kupplung 2 mit dem stationären Objekt 3 einer Antriebseinrichtung 4 verbunden. Die Welle 5 der

Winkelmeßeinrichtung 1 ist starr mit der Welle 6 der Antriebseinrichtung 4 gekoppelt. Die Winkellage der Welle 6 relativ zum stationären Objekt 3 wird von der Winkelmeßeinrichtung 1 gemessen, indem eine mit der Welle 5 verbundene Teilscheibe 7 in bekannter Weise von einer Abtasteinheit 8 abgetastet wird. Im dargestellten Beispiel ist die Abtasteinheit 8 starr am Gehäuse 9 der Winkelmeßeinrichtung 1 befestigt und das Gehäuse 9 wiederum starr an einem Montageflansch 10 der Winkelmeßeinrichtung 1 montiert. Um die Abtasteinheit 8 verdrehsteif, jedoch radial und axial nachgiebig am stationären Objekt 3 der Antriebseinrichtung 4 zu befestigen, ist die Kupplung 2 vorgesehen.

Die Kupplung 2 ist einstückig als Stanz- und Biegeteil ausgebildet und aus einem Material mit hoher Wechselfestigkeit, zum Beispiel Federstahl hergestellt. Die Kupplung 2 ist in Figur 2 zum besseren Verständnis räumlich dargestellt. In besonders bevorzugter Weise besteht die Kupplung aus vier ebenen Laschen 11, 12, 13, 14 welche zumindest annähernd parallel zur Drehachse D der Wellen 5 und 6 verlaufen, wobei jeweils zwei Laschen 11, 13 und 12, 14 parallel zueinander ausgerichtet sind und somit jeweils eine Parallelführung bilden. Die Laschen 11, 12 und 13, 14 sind rechtwinklig zueinander ausgerichtet, wodurch zwei rechtwinklig zueinander wirkende Parallelführungen gebildet werden, die ausschließlich eine Auslenkung der Winkelmeßeinrichtung 1 relativ zum stationären Objekt 3 in allen radialen Richtungen zulassen. Alle Laschen 11 bis 14 sind an einem Ende mit einer weiteren Lasche 15 verbunden, die in einer Ebene senkrecht zur Drehachse D liegt und ausschließlich eine axiale Auslenkung der Winkelmeßeinrichtung 1 relativ zum stationären Objekt 3 zuläßt. Die freien Enden von ersten achsparallelen und zueinander parallelen Laschen 11, 13 sind mittels Schrauben 16, 17 in Langlöchern 18, 19 an dem stationären Objekt 3 der Antriebseinrichtung 4 befestigt. Die freien Enden der orthogonal dazu liegenden parallel zueinander ausgerichteten Laschen 12, 14 sind ebenfalls mittels Schrauben 20, 21 in Langlöchern 22, 23 mit dem Montageflansch 10 der Winkelmeßeinrichtung 1 verbunden. Ein Gehäuse 24 umschließt die Antriebseinrichtung 4 sowie die Kupplung 2. Das stationäre Objekt 3 der Antriebseinrichtung 4 ist beispielsweise der stationäre Teil eines Motors. Der Montageflansch 10 ist ein stationärer Teil der Winkelmeßeinrichtung, er kann auch direkt vom Gehäuse 9 oder vom Träger der Abtasteinheit 8 gebildet sein.

Gemäß der Erfindung beinhaltet jede der Laschen 11 bis 15 mehrere Blattfederarme 111 bis 113, 121 bis 123, 131 bis 133, 141 bis 143, 151 bis 154 die derart ausgebildet und ausgerichtet sind, daß sie in Richtung der Wirkungslinien W verlaufen, in welchen bei einer Verdrehung der Welle 6 die Kräfte F auf die Kupplung 2 eingeleitet werden. Zur Verdeutlichung dieser Kraftverhältnisse sind die Wirkungslinien W in die in Figur 3 dargestellte Kupplung 2 eingezeichnet. Es wird angenommen, daß das untere Ende der Lasche 11 am Montageflansch 10 der Winkelmeßeinrichtung 1 befe-

stigt ist. Bei einer Verdrehung der Welle 5 über die Welle 6 wird eine Kraft F an den Punkten P und P1 auf die Kupplung 2 eingeleitet. Diese Kraft F wird über die Kupplung 2 auf den stationären Teil 3 der Antriebseinrichtung 4 übertragen. Diese Übertragung erfolgt von der Lasche 11 über den Verbindungsbereich mit dem Punkt P2 zu der Lasche 15 und von dort über die weiteren Verbindungsbereiche mit den Punkten P3 und P4 zu den Laschen 12 und 14. Die am Punkt P einwirkende Kraft F wird somit aufgeteilt in die Kräfte F1 und F2. Die Wirkungslinie W1 der Kraft F1 geht durch die Punkte P und P2 sowie die Wirkungslinie W2 durch die Punkte P1 und P2. Die Wirkungslinien W, W1 und W2 bilden ein Dreieck. Die Blattfederarme 111 bis 113 der Lasche 11 verlaufen entlang dieser Wirkungslinien W, W1 und W2 und sind möglichst schmal ausgebildet, so daß die Außenkonturen ebenfalls zumindest weitgehend parallel zu den Wirkungslinien W, W1 und W2 verlaufen. Da die Befestigung der Lasche 11 entlang der Wirkungslinie W erfolgt, kann dieser Blattfederarm 111 auch weggelassen werden.

Die am Punkt P2 angreifende Kraft F1 in Richtung der Wirkungslinie W1 wird wiederum aufgeteilt und muß über die Lasche 15 weiter aufgenommen werden. Die möglichen Wirkungslinien, in denen die Kraft F1 einwirken kann, sind mit W3 und W4 bezeichnet. Die Blattfederarme 151 und 152 verlaufen entlang dieser Wirkungslinien W3 und W4. Die Lasche 15 weist somit eine zentrische, zumindest annähernd quadratische Öffnung auf, die nach Art eines Fachwerkes von den Blattfederarmen 151 bis 154 umgeben ist. Die Blattfederarme 151 bis 154 bilden somit ein Viereck.

Diese fachwerkartige Ausbildung aller Laschen 11 bis 15 hat den Vorteil, daß die Kupplung 2 äußerst verdrehsteif ist, aber radiale und axiale Ausgleichsbewegungen zwischen der Winkelmeßeinrichtung 1 und der Welle 6 ohne große Rückstellkräfte zuläßt. Der Biegequerschnitt bzw. die Biegesteifigkeit der Laschen 11 bis 15 ist gemäß der Erfindung minimal und die Torsionssteifigkeit maximal.

Es ist besonders vorteilhaft, wenn ein symmetrischer Aufbau gewählt ist, bei dem alle vier Laschen 11 bis 14 Blattfederarme 111 bis 113, 121 bis 123, 131 bis 133, 141 bis 143 aufweisen, die fachwerkartig als Dreiecke ausgebildet sind. In jeder der Laschen 11 bis 14 befinden sich Langlöcher 18, 19, 22, 23 deren Längsachsen parallel zur Drehachse D verlaufen und somit eine Justierung zwischen der Winkelmeßeinrichtung 1 und der Antriebseinrichtung 4 erlauben.

Figur 4 zeigt eine Variante der Kupplung 2, bei der die fachwerkartigen Blattfederarme 111 bis 113, 121 bis 123, 131 bis 133, 141 bis 143, 151 bis 154 durch Einkerbungen 25 in den gewünschten Freiheitsgraden (radial und axial zur Drehachse D) möglichst flexibel ist.

Eine weitere Variante einer Kupplung 2 ist in Figur 5 dargestellt. Die beiden parallel zueinander und parallel zur Drehachse D ausgerichteten Laschen 11 und 13 entsprechen den Laschen 11 und 13 der Kupplung 2 gemäß Figur 2, weshalb gleiche Bezugszeichen ver-

wendet wurden. Die freien Enden der Laschen 11 und 13 sind zur Befestigung an dem Montageflansch 10 der Winkelmeßeinrichtung 1 ausgebildet. Der wesentliche Unterschied gegenüber der in Figur 2 dargestellten Kupplung 2 besteht darin, daß keine weiteren zur Drehachse D parallelen Laschen vorgesehen sind. Zur Befestigung der Kupplung 2 an der Antriebseinrichtung 4 sind die freien Enden der Lasche 15 ausgebildet. Die ein Viereck bildenden Blattfederarme 151 bis 154 der Lasche 15 liegen in einer Ebene senkrecht zur Drehachse D. Die Lasche 15 wird an den beiden diametral gegenüberliegenden freien Enden über die Langlöcher 26, 27 an der Antriebseinrichtung 4 befestigt. Diese Befestigungsstellen sind jeweils um 90° gegenüber den Laschen 11 und 13 angeordnet. Die fachwerkartige Ausbildung der Laschen 11, 13 und 15 entspricht dem Beispiel gemäß Figur 2.

Die erfindungsgemäß ausgebildeten und befestigten Kupplungen 2 ermöglichen der gesamten Winkelmeßeinrichtung 1 den auftretenden Taumelbewegungen der Welle 6 der Antriebseinrichtung 4 zu folgen, ohne daß in Bezug auf die zumindest annähernd gemeinsame Drehachse D die Abtasteinheit 8 und das stationäre Objekt 3 der Antriebseinrichtung 4 eine Verdrehung gegeneinander durchführen können. Es ist eine hohe Genauigkeit der Winkelmessung gewährleistet, ohne daß Zwangskräfte einwirken, obwohl eine starre Kopplung der Wellen 5 und 6 ermöglicht wird, welche in der Praxis nie fehlerfrei fluchten. Exzentrizitäten der Wellen 5 und 6 sowie Winkelfluchtungsfehler der Wellen 5 und 6 werden durch die Erfindung annähernd kräftefrei ausgeglichen.

Bei der in Figur 1 dargestellten Ausführungsform ist die Kupplung 2 zwischen dem stationären Objekt 3 und dem Montageflansch 10 angeordnet. In nicht dargestellter Weise kann sie auch innerhalb der Winkelmeßeinrichtung 1 zwischen der Abtasteinheit 8 und dem Gehäuse 9 oder zwischen der Abtasteinheit 8 und dem Montageflansch 10 oder auch zwischen der Abtasteinheit 8 und dem Gehäuse 24 angeordnet sein. Die Kupplung 2 kann auch bei Winkelmeßeinrichtungen 1 eingesetzt werden, die kein Gehäuse 9 und/oder keinen Montageflansch 10 aufweisen.

In nicht gezeigter Weise kann die Kupplung auch aus nur einer achsparallelen Lasche und einer senkrecht dazu verlaufenden weiteren Lasche bestehen. Das freie Ende der einen Lasche ist dabei am stationären Objekt der Antriebseinrichtung und das freie Ende der weiteren Lasche am Montageflansch oder an der Abtasteinheit der Winkelmeßeinrichtung befestigt. Jede der beiden Laschen besteht aus Blattfederarmen, die dreieckförmig angeordnet sind, wobei sich jeweils zwei Blattfederarme einer Lasche im Verbindungsbereich beider Laschen schneiden und die dem Schnittpunkt gegenüberliegenden freien Enden der Laschen als Befestigungsstellen dienen, wie bei den Laschen 11, 12, 13, 14 zu Figur 2 erläutert.

Es können auch mehrere derartiger Kupplungen am Umfang des Montageflansches der Winkelmeßein-

richtung vorgesehen sein.

Als Winkelmeßeinrichtung 1 kann ein inkrementaler Drehgeber - vorzugsweise lichtelektrischer Art -, ein Absolutwertgeber, ein Multiturn oder ein Resolver Verwendung finden.

### Patentansprüche

1. Winkelmeßeinrichtung zur Messung der Winkel-  
lage zwischen einem stationären Objekt (3) und  
einem hierzu relativ drehbaren Objekt (6), indem  
eine Maßverkörperung (7) von einer Abtasteinheit  
(8) abgetastet wird, wobei die Abtasteinheit (8) über  
eine Kupplung (2) verdrehsteif, jedoch radial und  
axial nachgiebig am stationären Objekt (3) ankop-  
pelbar ist, und die Kupplung (2) aus federndem  
Material mit zumindest zwei senkrecht zueinander  
verlaufenden Laschen (11, 15; 12, 15; 13, 15; 14,  
15) geformt ist, wobei eine der Laschen (11, 12, 13,  
14) parallel zur Drehachse (D) des drehbaren  
Objektes (6) angeordnet ist, dadurch gekennzeich-  
net, daß die Laschen (11, 12, 13, 14, 15) mehrere  
Blattfederarme (111 bis 113, 121 bis 123, 131 bis  
133, 141 bis 143, 151 bis 154) aufweist, die derart  
ausgebildet und ausgerichtet sind, daß sie in Rich-  
tung der Wirkungslinien (W1, W2, W3, W4) verlau-  
fen, in welchen bei der Verdrehung des drehbaren  
Objektes die Kräfte (F) eingeleitet werden.
2. Winkelmeßeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch  
gekennzeichnet, daß die Außenkonturen der Blatt-  
federarme (111 bis 113, 121 bis 123, 131 bis 133,  
141 bis 143, 151 bis 154) zumindest weitgehend  
parallel zu den Wirkungslinien (W1, W2, W3, W4)  
der eingeleiteten Kräfte (F) verlaufen.
3. Winkelmeßeinrichtung nach Anspruch 1 oder 2,  
dadurch gekennzeichnet, daß die Kupplung (2) ein-  
stückig aus federndem Material geformt ist.
4. Winkelmeßeinrichtung nach einem der Ansprüche  
1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Kupplung  
(2) mehrere parallel zueinander verlaufende  
Laschen (11, 13; 12, 14) aufweist, die eine Parallel-  
führung bilden.
5. Winkelmeßeinrichtung nach Anspruch 4, dadurch  
gekennzeichnet, daß die parallel zueinander ver-  
laufenden Laschen (11, 13; 12, 14) zumindest weit-  
gehend parallel zu der Drehachse (D) des  
drehbaren Objektes (6) angeordnet sind und über  
die senkrecht dazu angeordnete Lasche (15) mit-  
einander verbunden sind.
6. Winkelmeßeinrichtung nach Anspruch 5, dadurch  
gekennzeichnet, daß zwei parallel zueinander und  
parallel zur Drehachse (D) verlaufende Laschen  
(11, 13) vorgesehen sind, die jeweils an einem  
Ende mit der Abtasteinheit (8) oder dem stationä-  
ren Objekt (3) verbindbar sind und mit dem gegen-  
überliegenden Ende mit der senkrecht dazu  
angeordneten Lasche (15) verbunden sind, wobei  
diese letztgenannte Lasche (15) an diametral  
gegenüberliegenden Bereichen mit dem stationä-  
ren Objekt (3) oder der Abtasteinheit (8) verbindbar  
sind.
7. Winkelmeßeinrichtung nach Anspruch 5, dadurch  
gekennzeichnet, daß die Kupplung (2) zur radialen  
Nachgiebigkeit der Abtasteinheit (8) vier Laschen  
(11, 12, 13, 14) aufweist, die zwei orthogonal ange-  
ordnete Federparallelogramme bilden und zumin-  
dest weitgehend parallel zu der Drehachse (D) des  
drehbaren Objektes (6) angeordnet sind, wobei  
jeweils die einen Enden der Laschen (11, 12, 13,  
14) mit der senkrecht dazu angeordneten Lasche  
(15) verbunden sind und die anderen Enden zweier  
diametral angeordneter Laschen (11, 13) mit der  
Abtasteinrichtung (8) verbindbar sind und die ande-  
ren Enden der zwei weiteren diametral angeordne-  
ten Laschen (12, 14) mit dem stationären Objekt (3)  
verbindbar sind.
8. Winkelmeßeinrichtung nach einem der vorherge-  
henden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß  
die Blattfederarme (111 bis 113, 121 bis 123, 131  
bis 133, 141 bis 143) einer zur Drehachse (D) par-  
allel angeordneten Lasche (11, 12, 13, 14) ein Dreieck  
bilden, wobei ein Schenkel dieses Dreieckes an  
dem freien Ende zur Befestigung an der Abtastein-  
heit (8) oder dem stationären Objekt (3) verläuft  
und wobei die dem Schenke gegenüberliegende  
Spitze dieses Dreieckes zumindest in der Nähe des  
Verbindungsbereiches zur senkrecht zur Dreh-  
achse (D) verlaufenden Lasche (15) liegt.
9. Winkelmeßeinrichtung nach Anspruch 8, dadurch  
gekennzeichnet, daß die senkrecht zur Drehachse  
(D) verlaufende Lasche (15) aus vier Blattfederar-  
men (151 bis 154) gebildet ist, die ein Viereck bil-  
den, wobei sich jeweils zwei dieser Blattfederar-  
men (151 bis 154) im Bereich der Spitze mit zwei Blattfe-  
derarmen (112, 113; 122, 123; 132, 133; 142, 143)  
eines der Dreiecke der parallel zur Drehachse (D)  
verlaufenden Laschen (11, 12, 13, 14) treffen.

FIG. 1

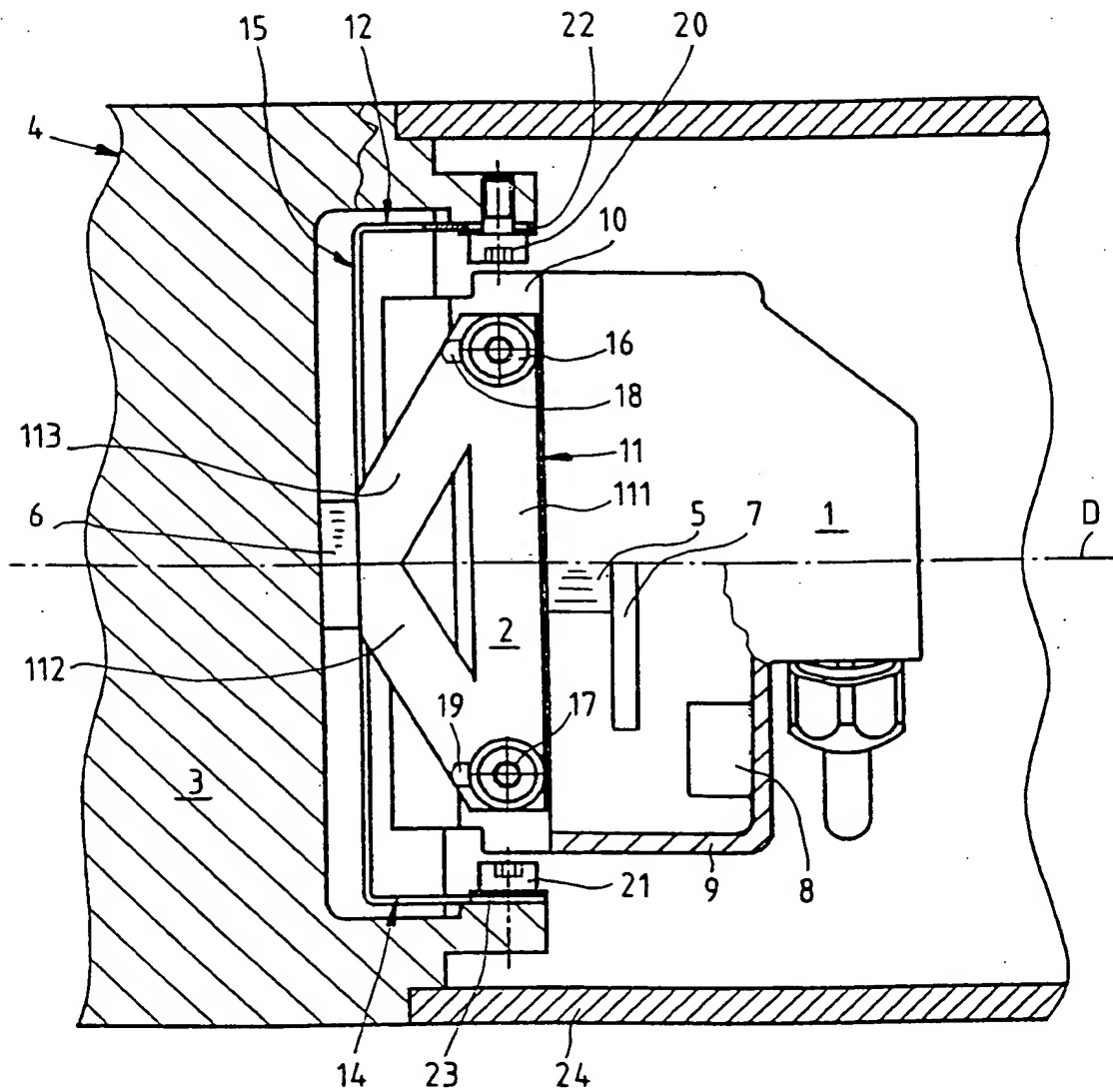


FIG. 2

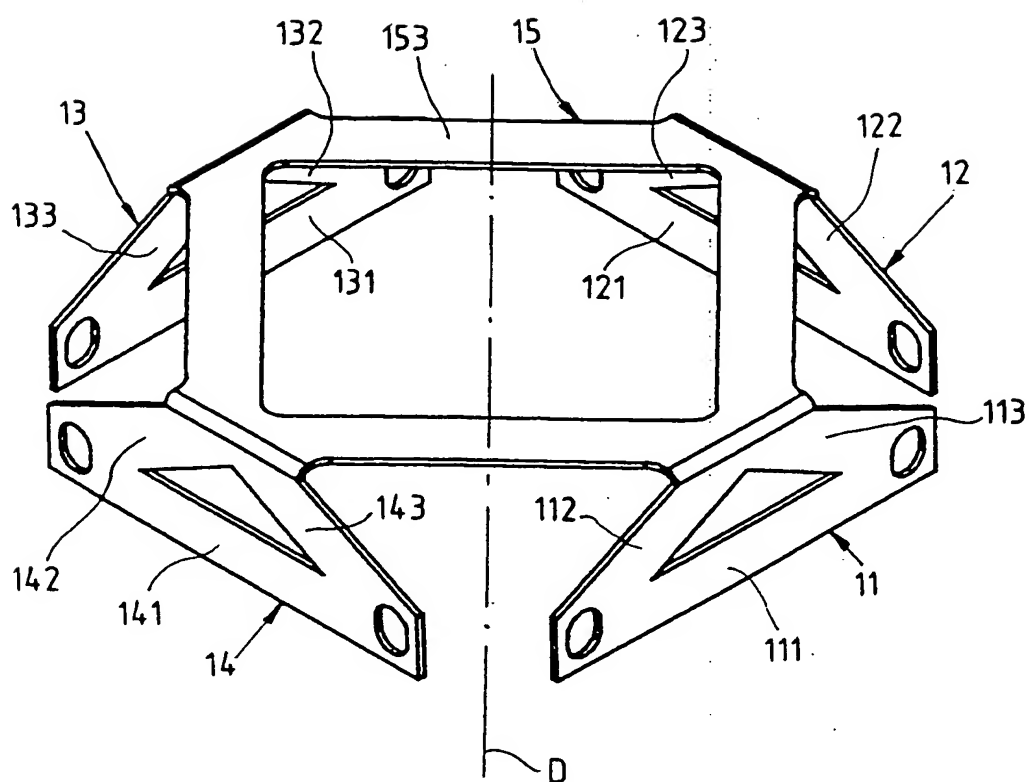


FIG. 3

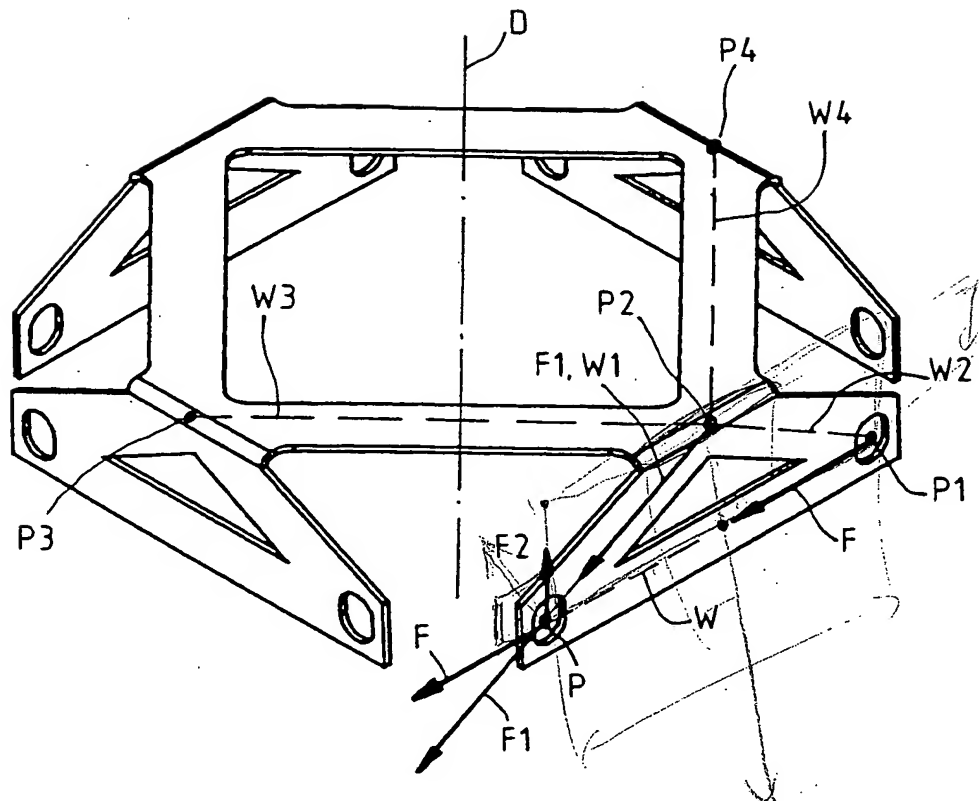


FIG. 4

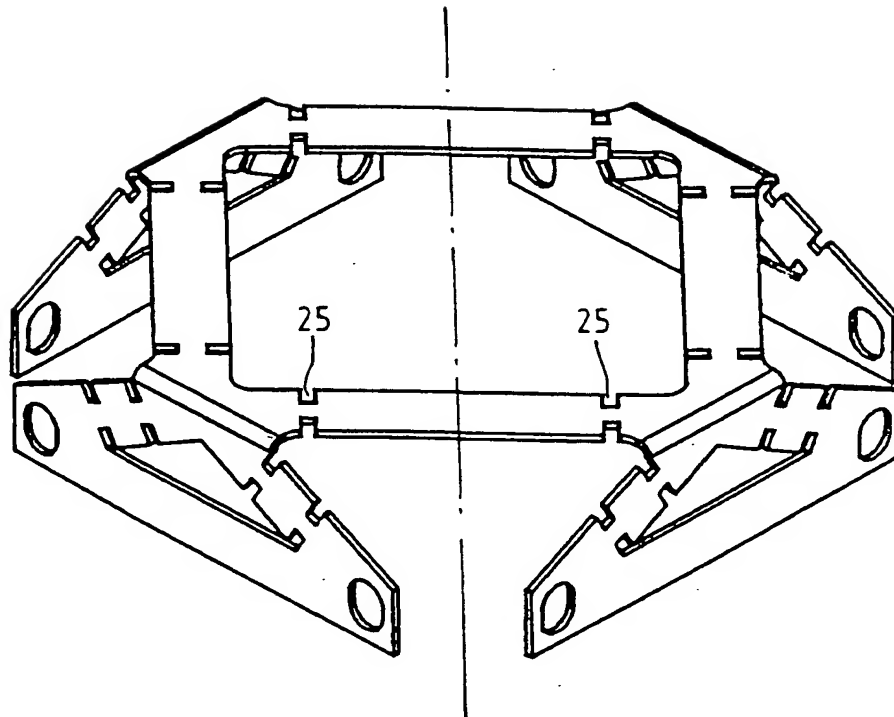
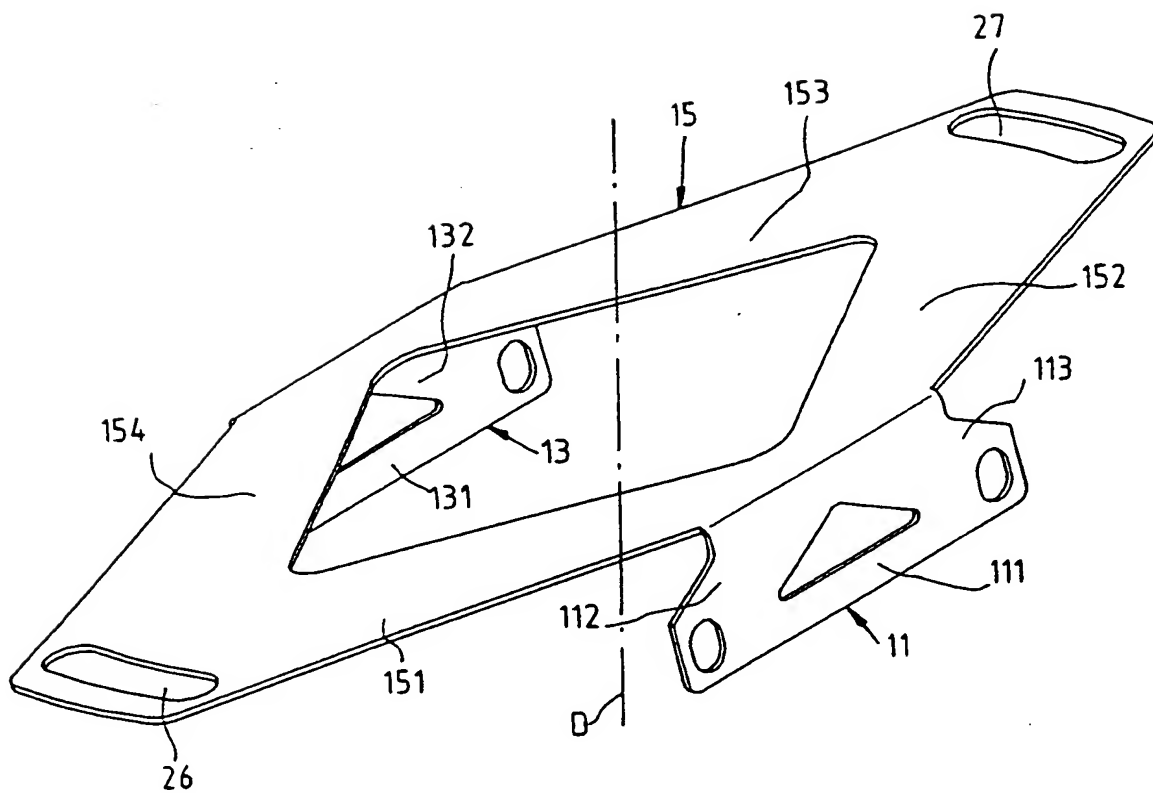




FIG. 5





Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 96 10 8240

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
D,A	DE-U-89 15 109 (HEIDENHAIN) * das ganze Dokument * -----	1	G01D5/00 G01D5/02
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			G01D B23Q
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 15. November 1996	Prüfer Lloyd, P
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument ----- & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 150 (01.12.1994) (PM/CO)